

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-264227

(43)Date of publication of application : 19.09.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/76
H01L 21/3065

(21)Application number : 2002-064410

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 08.03.2002

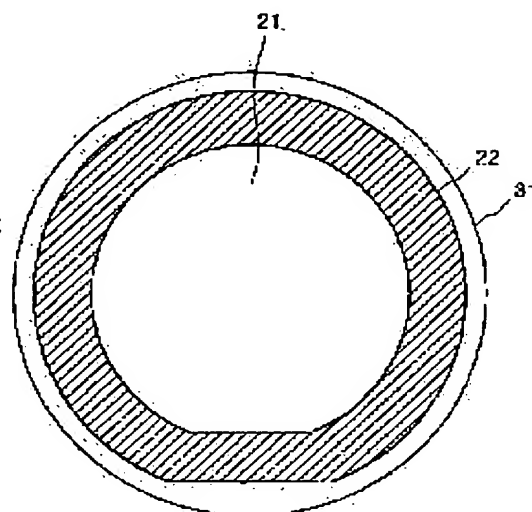
(72)Inventor : WAKIMOTO SETSUKO

(54) METHOD OF FORMING TRENCH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To raise the speed of development of a device having a trench structure and raise the uniformity of a trench form in the face of a wafer.

SOLUTION: A dummy wafer 22, which is larger than an Si wafer 21 and is made of Si, is mounted on the cathode 31 of a dry etching device; thereon the Si substrate 21 having a desired trench pattern is mounted; the marginal section of the dummy wafer 22 is exposed to the outside of the Si wafer 21; and dry etching is performed to the exposed section of the dummy wafer 22 as well as to the Si wafer 21. The area of the exposed section of the dummy wafer 22 is adjusted according to the numerical aperture of a trench mask to the Si wafer 21.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-264227

(P2003-264227A)

(43)公開日 平成15年9月19日(2003.9.19)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/76
21/3065

H 0 1 L 21/76
21/302

L 5 F 0 0 4
J 5 F 0 3 2

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2002-64410(P2002-64410)

(22)出願日 平成14年3月8日(2002.3.8)

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 脇本 節子

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74)代理人 100104190

弁理士 酒井 昭徳

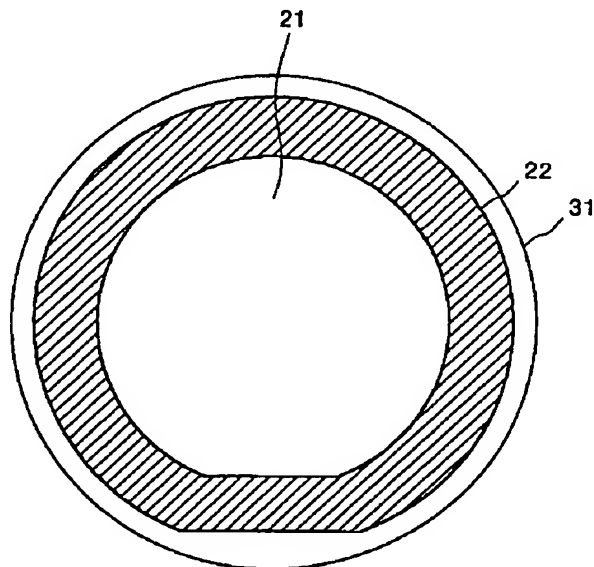
Fターム(参考) 5F004 AA01 BA04 BB18 DA00 DA01
DA16 DA17 DA18 DA22 DA26
DB01 EA21 EB04
5F032 AA35 CA17 DA23 DA25

(54)【発明の名称】 トレンチ形成方法

(57)【要約】

【課題】 トレンチ構造を有するデバイスの開発スピードを速めること。ウエハ面内におけるトレンチ形状の均一性を高めること。

【解決手段】 ドライエッチング装置の陰極31上に、Siウエハ21よりも大きく、かつSiでできたダミーウエハ22を載置し、その上に所望のトレンチパターンを有するSiウエハ21を載置し、Siウエハ21の外側にダミーウエハ22の周縁部分を露出させ、Siウエハ21とともにダミーウエハ22の露出部分に対してもドライエッチングをおこなう。ダミーウエハ22の露出部分の面積は、Siウエハ21に対するトレンチマスクの開口率に応じて調節される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体ウエハの周辺近傍に、前記半導体ウエハの構成元素の単体、または前記半導体ウエハの構成元素を含む化合物を供給しながら、前記半導体ウエハをドライエッチングして、前記半導体ウエハにトレンチを形成することを特徴とするトレンチ形成方法。

【請求項 2】 前記半導体ウエハの外側に、前記半導体ウエハと同じ材料で構成された物体を配置し、前記半導体ウエハのドライエッチングと同時に該物体をドライエッチングして、前記半導体ウエハの構成元素の単体、または前記半導体ウエハの構成元素を含む化合物を供給することを特徴とする請求項 1 に記載のトレンチ形成方法。

【請求項 3】 前記半導体ウエハと同じ材料で構成され、かつ前記半導体ウエハよりも大きい前記物体上に、前記半導体ウエハを載置した状態で前記物体のドライエッチングをおこなうことを特徴とする請求項 2 に記載のトレンチ形成方法。

【請求項 4】 前記半導体ウエハと同じ材料で構成され、かつ前記半導体ウエハよりも大きい環状の前記物体により、前記半導体ウエハの周縁部を覆った状態で前記物体のドライエッチングをおこなうことを特徴とする請求項 2 に記載のトレンチ形成方法。

【請求項 5】 前記半導体ウエハの周縁にデバイスパターン非形成領域を設け、該デバイスパターン非形成領域を露出させた状態で、前記半導体ウエハのデバイスパターン形成領域のドライエッチングと同時に前記デバイスパターン非形成領域をドライエッチングして、前記半導体ウエハの構成元素の単体、または前記半導体ウエハの構成元素を含む化合物を供給することを特徴とする請求項 1 に記載のトレンチ形成方法。

【請求項 6】 前記半導体ウエハの構成元素の単体、または前記半導体ウエハの構成元素を含む化合物はガスであることを特徴とする請求項 1 に記載のトレンチ形成方法。

【請求項 7】 前記ガスは SiH_4 、 SiH_2Cl_2 または TEOS であることを特徴とする請求項 6 に記載のトレンチ形成方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、トレンチの内部、または側壁や底部付近に電流経路を有する半導体装置を作製するために、反応性イオンエッチング (RIE) 等のドライエッチングにより半導体ウエハにトレンチを形成するトレンチ形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、セルピッチの縮小や、MOSFET の場合には単位面積当りのオン抵抗の低減という利点を有するトレンチ構造の半導体デバイスが知られている。図 11 は、ドライエッチングによるトレンチ形成

のメカニズムを説明するためにトレンチ形成時の様子を模式的に示す図であり、同図において符号 11 は Si 基板、符号 12 はマスク酸化膜、符号 13 はトレンチである。Si 基板 11 はエッチングガスによりエッチングされる。エッチングにより Si 基板 11 から除去された Si は雰囲気中に浮遊し、雰囲気中の O_2 ガスと反応する。その反応により、図 12 に示すように、トレンチ 13 の側壁やマスク酸化膜 12 上に Si 酸化物 14 が析出し、保護膜が形成される。

【0003】 トレンチ形成時に、トレンチマスクの開口率が大きいと、エッチングされる領域が広がるので、より多くの Si が Si 基板 11 から除去される。そのため、Si の浮遊量が多くなり、Si 酸化物 14 の析出量が増える。一方、トレンチマスクの開口率が小さい場合には、Si の浮遊量が少ない。そのため、図 13 にトレンチマスクの開口率に対するマスク酸化膜の残厚の関係を示すように、マスク酸化膜 12 の厚さが薄くなる。

【0004】 また、トレンチ底面に形成される保護膜が少ないため、図 14 にトレンチマスクの開口率に対するトレンチ深さの関係を示すように、トレンチが深くなってしまう。このように、トレンチの形状はトレンチマスクの開口率に大きく依存するが、トレンチマスクの開口率はデバイスごとに異なっているため、従来は、所望のトレンチ形状が得られるように、個々のデバイスごとにチャンパー内圧力やエッチングガス流量や温度などのエッチング条件を開発している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述したように、デバイスごとにエッチング条件を開発していたのでは、デバイスの開発スピードが遅くなるという問題点がある。また、同一のウエハであっても、ウエハの中心部と端部とではトレンチマスクの開口率が局部的に異なるため、トレンチ形状が異なるという問題点もある。

【0006】 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、デバイスの開発スピードを速めることができるとともに、ウエハ面内におけるトレンチ形状の均一性を高めることができるトレンチ形成方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、半導体ウエハの周辺近傍に半導体ウエハと同じ材料でできた物体を配置し、半導体ウエハをドライエッチングする際に、この物体に対してもドライエッチングをおこなうか、または半導体ウエハの周縁にデバイスパターン非形成領域を設け、半導体ウエハのデバイスパターン形成領域とともにこのデバイスパターン非形成領域に対してもドライエッチングをおこない、それによって、半導体ウエハの周辺近傍に、トレンチの保護膜を形成するのに必要な物質をより多く供給するものであ

る。この発明によれば、半導体ウエハの周辺近傍に、トレンチの保護膜を形成するのに必要な物質がより多く供給される。

【0008】また、上記目的を達成するため、本発明は、半導体ウエハの周辺近傍に半導体ウエハの構成元素を含むガスを供給しながらドライエッチングをおこない、それによって、半導体ウエハの周辺近傍に、トレンチの保護膜を形成するのに必要な物質をより多く供給するものである。この発明によれば、半導体ウエハの周辺近傍に、トレンチの保護膜を形成するのに必要な物質がより多く供給される。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

実施の形態1. 図1および図2は、それぞれ本発明の実施の形態1にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成する際のウエハ配置の一例を示す平面図および側面図である。実施の形態1では、RIEなどに使用されるドライエッチング装置の陰極31上に、半導体ウエハと同じ材料で構成された物体としてダミーウエハ22が載置され、その上に所望のトレンチパターンを有するSiウエハ21が載置される。

【0010】ダミーウエハ22はSiでできており、Siウエハ21よりも径が大きい。そして、ダミーウエハ22がSiウエハ21を囲むように、すなわちダミーウエハ22の周縁が露出するように、特に限定しないが、たとえばSiウエハ21はダミーウエハ22の中央に配置される。ダミーウエハ22の露出部分の面積は、Siウエハ21のトレンチマスクの開口率に応じて適宜選択される。ダミーウエハ22の露出部分の面積を変えるには、たとえばSiウエハ21の大きさに対するダミーウエハ22の大きさを変えてもよいし、酸化膜や窒化膜やレジスト膜等のマスクでダミーウエハ22の周縁部分の覆ってもよい。このようにダミーウエハ22およびSiウエハ21を配置した状態で、チャンバー内にエッチングガスおよび保護膜形成用のO₂系ガスを供給し、エッチングをおこなう。

【0011】エッチングが開始されると、Siウエハ21のトレンチマスクの開口部（図示省略）およびダミーウエハ22の露出部分からSiが除去される。除去されたSiはSiウエハ21に供給され、O₂系ガスと反応し、それによって保護膜が形成される。その際、ダミーウエハ22の露出部分からもSiが供給されるので、十分な量のSiがSiウエハ21に供給される。したがって、トレンチマスクの開口率が小さくても、トレンチ内の保護膜が十分に形成される。また、ダミーウエハ22の露出部分からウエハ端部付近に十分な量のSiが供給されるので、ウエハ端部におけるトレンチマスクの開口率がウエハ中央部に比べて小さくても、ウエハ端部付近に形成されるトレンチ内の保護膜が十分に形成される。

【0012】実施の形態1によれば、トレンチマスクの開口率が小さいデバイスのトレンチを形成する場合には、ダミーウエハ22の露出部分を多くし、またトレンチマスクの開口率が大きいデバイスのトレンチを形成する場合には、ダミーウエハ22の露出部分を少なくすることによって、共通のエッチング条件で同じようにトレンチを形成することができる。したがって、デバイスごとにエッチング条件を開発する必要がないので、デバイスの開発スピードが速くなるという効果が得られる。また、実施の形態1によれば、ウエハ端部付近に形成されるトレンチ内の保護膜が、ウエハ中央部に形成されるトレンチ内の保護膜と同じように形成されるので、ウエハ面内におけるトレンチ形状の均一性が高くなるという効果が得られる。

【0013】上述した効果を検証するため、本発明者は、ダミーウエハ22として8インチ径のSiウエハを用いて、6インチ径のSiウエハ21にトレンチを形成する実験をおこなった。その結果を、図3および図4に示す。図3は、トレンチマスクの開口率に対するマスク酸化膜の残厚の関係を示す図であり、図4は、トレンチマスクの開口率に対するトレンチ深さの関係を示す図である。比較のため、図3および図4には、ダミーウエハ22を用いないで6インチ径のSiウエハにトレンチを形成した結果も従来例として示す。

【0014】図3より、従来例ではトレンチマスクの開口率の減少とともにマスク酸化膜の残厚が減少しているのに対して、実施例ではマスク酸化膜の残厚はトレンチマスクの開口率にほとんど依存していないことがわかる。また、図4より、従来例ではトレンチマスクの開口率の減少とともにトレンチ深さが増大しているのに対して、実施例ではトレンチ深さはトレンチマスクの開口率にほとんど依存していないことがわかる。また、実施例のウエハ面内におけるトレンチ深さのばらつきは従来例の1割以下であった。

【0015】なお、実施の形態1において、ダミーウエハ22を用いる代わりに、図5および図6にそれぞれ平面図および側面図を示すように、陰極31上に所望のトレンチパターンを有するSiウエハ21が載置され、その上に、半導体ウエハと同じ材料で構成された物体として、Siウエハ21のデバイスパターン形成領域を開口させた環状のカバー23が被せられる構成としてもよい。この場合も、図3および図4に示すのと同様の効果が得られる。カバー23は、Siを含む材料でできているが、強度を高めるために他の物質が混入していてもよい。また、カバー23の面積は、Siウエハ21のトレンチマスクの開口率に応じて適宜選択される。カバー23の露出部分の面積を変えるには、たとえばSiウエハの大きさに対するカバー23の大きさを変えてもよいし、酸化膜や窒化膜やレジスト膜等のマスクでカバー23の一部を覆ってもよい。

【0016】また、ダミーウエハ 22 やカバー 23 を用いる代わりに、図 7 および図 8 にそれぞれ平面図および側面図を示すように、陰極 31 上に、デバイスパターン形成領域 26 を囲むようにウエハ 25 の周縁に沿ってデバイスパターン非形成領域 27 が設けられた Si ウエハ 25 が載置され、デバイスパターン非形成領域 27 の Si 表面が露出する構成としてもよい。

【0017】形成方法としては、ウエハ中央部のみにデバイスパターンを形成し、マスク酸化膜エッチングをおこなった後に、中央部をレジストで保護して外周部のマ

スク酸化膜を除去することによって、ウエハ外周部に Si 露出部を形成する。

【0018】この場合も、図 3 および図 4 に示すのと同様の効果が得られる。また、この場合には、ダミーウエハ 22 やカバー 23 が不要であるため、作製するデバイスに合わせてこれらを取り替える手間が省けるという効果がある。デバイスパターン非形成領域 27 の面積は、デバイスパターン形成領域 26 のトレンチマスクの開口率に応じて適宜選択される。デバイスパターン非形成領域 27 の露出部分の面積を変えるには、酸化膜や窒化膜

やレジスト膜等のマスクでデバイスパターン非形成領域 27 の一部を覆ってもよい。

【0019】実施の形態 2. 図 9 は、本発明の実施の形態 2 にかかるトレンチ形成方法を実施するための装置構成の一例を示す図である。図 9 に示すように、RIE などに使用されるドライエッチング装置 4 は、チャンバー 41 内の陰極 42 上に載置された Si ウエハ 5 の周辺近傍に Si 含有ガスを噴出させるためのガス注入口 43 を備えている。ガス注入口 43 は複数個設定する方がより良く、ウエハ周辺にできる限り均一にガスが注入される

ことが必要である。

【0020】Si 含有ガスとしては、たとえば Si H₄、Si H₂Cl₂ または TEOS (Si (OC₂H₅)₄) などである。Si 含有ガスの供給量は、Si ウエハ 5 のトレンチマスクの開口率に応じて適宜選択される。このようにしてトレンチを形成しても、Si ウエハ 5 の周辺近傍に Si が供給されるので、図 3 および図 4 に示すのと同様の効果が得られる。

【0021】その他の構成は一般的なドライエッチング装置と同じである。すなわち、エッチングガスである HBr ガス、フッ素系ガス (CF₄、NF₃、SF₆、CHF₃ 等) および保護膜形成用の O₂ 系ガス (O₂、He-O₂ 等) は別のガス注入口 44 よりチャンバー 41 内に導入される。チャンバー 41 内のガスは排気口 45 より排気される。図 9 において、符号 46 は陽極であり、符号 47 は高周波電源である。

【0022】実施の形態 2 によれば、トレンチマスクの開口率が小さいデバイスのトレンチを形成する場合には、Si 含有ガスの供給量を多くし、またトレンチマスクの開口率が大きいデバイスのトレンチを形成する場合

には、Si 含有ガスの供給量を少なくすることによって、共通のエッチング条件で同じようにトレンチを形成することができる。したがって、デバイスごとにエッチング条件を開発する必要がないので、デバイスの開発スピードが速くなるという効果が得られる。また、実施の形態 2 によれば、ウエハ端部付近に形成されるトレンチ内の保護膜が、ウエハ中央部に形成されるトレンチ内の保護膜と同じように形成されるので、ウエハ面内におけるトレンチ形状の均一性が高くなるという効果が得られる。

【0023】なお、実施の形態 2 において、HBr ガス、フッ素系ガス (CF₄、NF₃、SF₆、CHF₃ 等) および保護膜形成用の O₂ 系ガス (O₂、He-O₂ 等) に代えて、図 10 に示すように、エッチングガスを注入するためのガス注入口 44 より、Cl 系ガス (Cl₂、CHCl₃ 等)、N₂ ガスおよび O₂ ガスを注入する構成としてもよい。この場合も、図 3 および図 4 に示すのと同様の効果が得られる。また、エッチングガスとして、上述した HBr 系ガスや Cl 系ガス以外のハロゲン系ガスをを用いても同様の効果が得られる。また、必要に応じて少量の希ガス等を添加してもよい。

【0024】以上において本発明は、RIE 装置以外のドライエッチング装置にも適用可能である。実施例には、平行平板型高周波放電 RIE 装置を例に挙げたが、有磁界 RIE、DPS (非結合型プラズマソース) - RIE 等にも適用可能である。また、本発明は、Si 半導体ウエハ以外のたとえば SiC などの化合物半導体よりなるウエハやその他の半導体ウエハにも適用可能である。ただし、その場合には、ダミーウエハ 22 やカバー 23 を半導体ウエハの材料に用いられている物質で構成したり、Si 含有ガスの代わりに、半導体ウエハの材料に用いられている物質を含むガスをを用いる必要がある。また、トレンチマスクとしては、酸化膜以外にも窒化膜やレジスト膜などを用いることができる。

【0025】さらに、図 7 に示すものの以外の実施の形態では、図 7 のように、ウエハ内にデバイスパターン非形成領域 27 を設ける必要がないため、ウエハ全面をデバイスパターン形成領域として用いることができ、1 枚のウエハから製造できるチップ数を増すことができる。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、ドライエッチングをおこなう際に、半導体ウエハの周辺近傍に、トレンチの保護膜を形成するのに必要な物質がより多く供給されるので、ウエハ端部付近に形成されるトレンチに対しても十分な厚さの保護膜が形成される。したがって、ウエハ面内におけるトレンチ形状の均一性が高くなるという効果が得られる。また、半導体ウエハの周辺近傍への、トレンチの保護膜を形成するのに必要な物質の供給量を調節するだけで、トレンチの保護膜を形成するのに必要な物質がトレンチマスクの開口率に見合う量で供給される。

したがって、デバイスごとにチャンバー内圧力やエッチングガス流量や温度などのエッチング条件を開発する必要がないので、デバイスの開発スピードが速くなるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成する際のウエハ配置の一例を示す平面図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成する際のウエハ配置の一例を示す側面図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成した後のトレンチマスクの開口率に対するマスク酸化膜の残厚の関係を示す図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成した後のトレンチマスクの開口率に対するトレンチ深さの関係を示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成する際のウエハ配置の他の例を示す平面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成する際のウエハ配置の他の例を示す側面図である。

【図 7】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成する際のウエハ配置のさらに他

の例を示す平面図である。

【図 8】本発明の実施の形態 1 にかかるトレンチ形成方法によりトレンチを形成する際のウエハ配置のさらに他の例を示す側面図である。

【図 9】本発明の実施の形態 2 にかかるトレンチ形成方法を実施するための装置構成の一例を示す図である。

【図 10】本発明の実施の形態 2 においてエッチングガスが異なる例を示す図である。

【図 11】ドライエッチングによるトレンチ形成のメカニズムを説明するための図である。

【図 12】トレンチ形成後の状態を示す断面図である。

【図 13】従来のトレンチ形成方法によるトレンチマスクの開口率に対するマスク酸化膜の残厚の関係を示す図である。

【図 14】従来のトレンチ形成方法によるトレンチマスクの開口率に対するトレンチ深さの関係を示す図である。

【符号の説明】

5, 21, 25 半導体ウエハ (Si ウエハ)

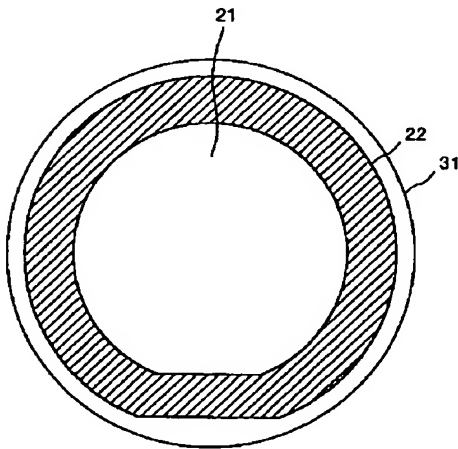
22 半導体ウエハと同じ材料で構成された物体 (ダミーウエハ)

23 半導体ウエハと同じ材料で構成された物体 (カバー)

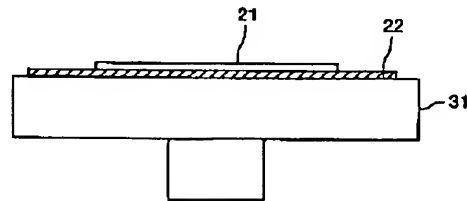
26 デバイスパターン形成領域

27 デバイスパターン非形成領域

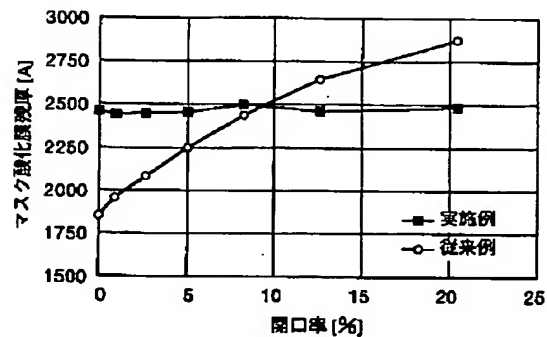
【図 1】



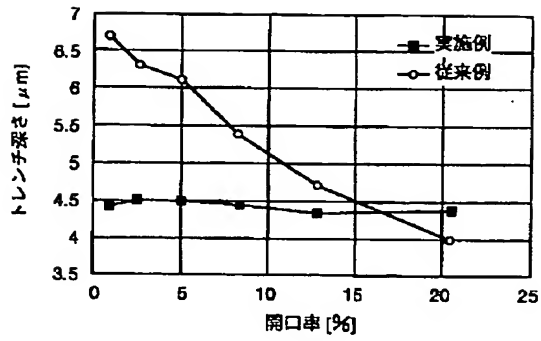
【図 2】



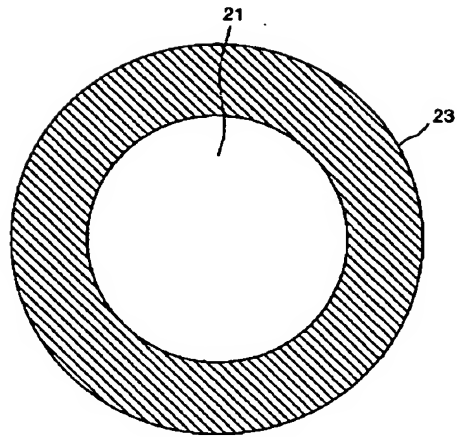
【図 3】



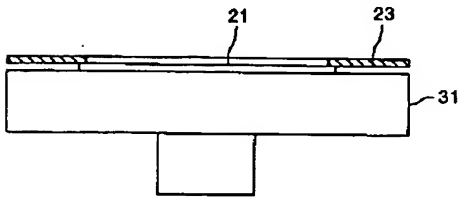
【図4】



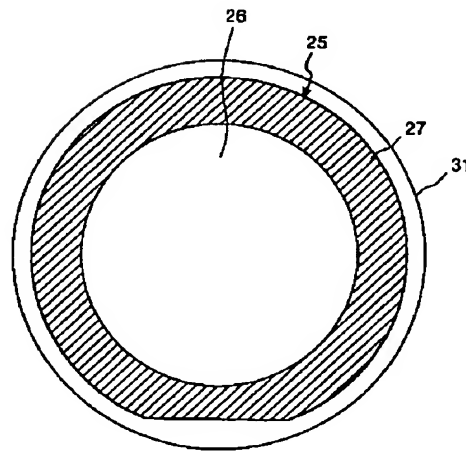
【図5】



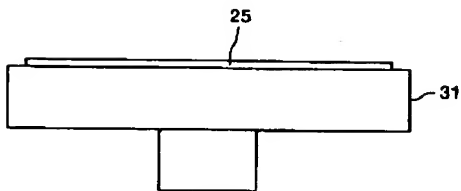
【図6】



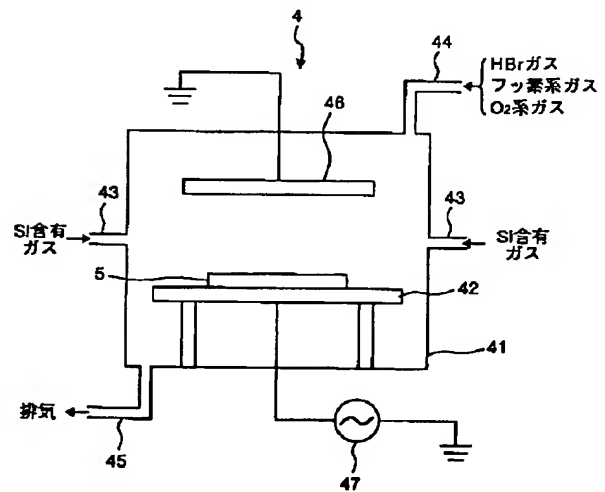
【図7】



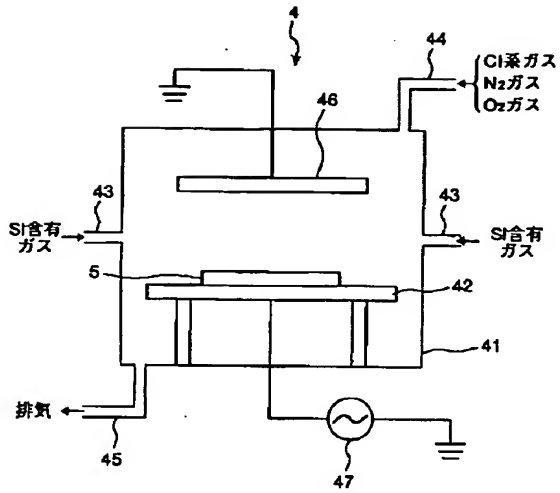
【図8】



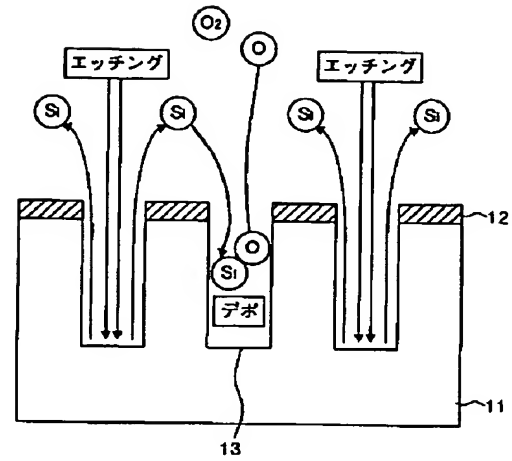
【図9】



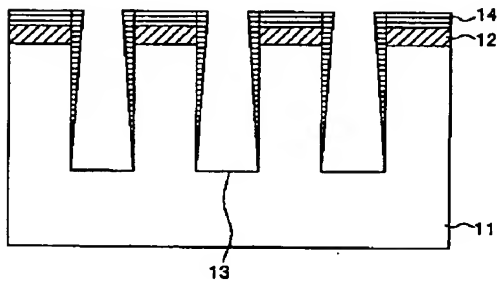
【図10】



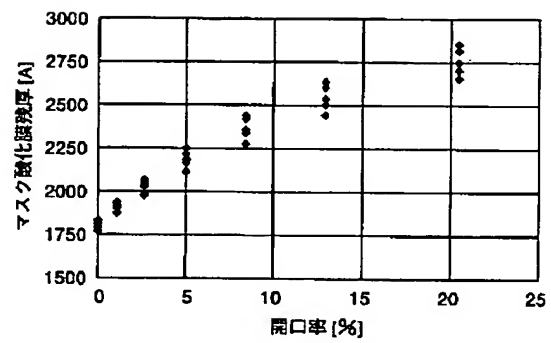
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

